

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 771 598 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
07.05.1997 Patentblatt 1997/19

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21D 37/18, B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: 95117680.9

(22) Anmeldetag: 09.11.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT PT SE

(71) Anmelder: **BENTELER AG**  
D-33104 Paderborn (DE)

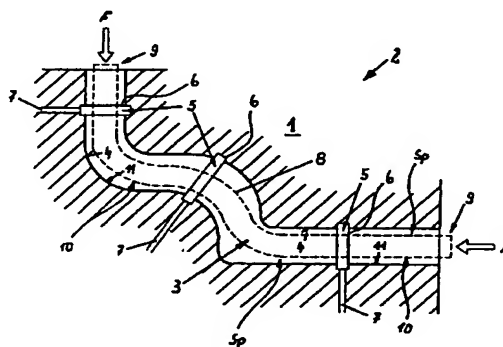
(72) Erfinder:  
• Olszewski, E.  
D-33106 Paderborn (DE)

• Hansen, R.  
D-33106 Paderborn (DE)

(74) Vertreter: **Ksoll, Peter, Dr.-Ing.**  
Bergstrasse 159  
44791 Bochum (DE)

(54) **Verfahren zur Verminderung der Reibung bei der hydraulischen Umformung mittels Innenhochdruck und Vorrichtung zum hydraulischen Umformen**

(57) Die Erfindung betrifft einerseits ein Verfahren zur Verminderung der Reibung zwischen der äußeren Oberfläche eines mittels hydraulischem Innendruck umzuformenden Werkstücks (8) und der Umformfläche (4) eines Pressenwerkzeugs (2) und andererseits eine Vorrichtung zum hydraulischen Umformen eines rohrförmigen Hohlkörpers (8). Das erfindungsgemäße Verfahren kennzeichnet sich dadurch, daß ein Schmiermittel während des Umformvorgangs mit einem einstellbaren Druck mindestens bereichsweise zwischen Werkstück (8) und Werkzeug (2) eingebracht und entlang der Kontaktflächen (10, 11) von Werkstück (8) und Werkzeug (2) verteilt wird. Der Schmierdruck kann in Abhängigkeit vom Umformdruck steuerbar sein; er kann aber auch konstant vorgegeben sein. Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum hydraulischen Umformen, bei der in der Umformfläche (4) des Pressenwerkzeugs (2) wenigstens eine Schmiertasche (5) vorgesehen ist. Im Pressenwerkzeug kann so ein definierter Schmierdruck statisch aufgebaut und verteilt werden. Dies bewirkt optimierte Schmierungsverhältnisse beim Umformvorgang.



**Fig. 1**

EP 0 771 598 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einerseits ein Verfahren zur Verminderung der Reibung zwischen der äußeren Oberfläche eines mittels hydraulischem Innendruck umzuformenden Werkstücks und der Umformfläche eines Pressenwerkzeugs und andererseits eine Vorrichtung zum hydraulischen Umformen eines rohrförmigen Hohlkörpers.

Die hydraulische Formgebung mittels Innendruck wird beim Umformen mindestens teilweise hohler, metallischer Werkstücke in Pressen angewendet. Üblicherweise handelt es sich bei den Werkstücken um rohrförmige Hohlkörper. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß das gegebenenfalls vorgeformte Werkstück in ein Pressenwerkzeug gelegt wird, welches die Form des herzustellenden Werkstücks aufweist. Das Pressenwerkzeug wird dann geschlossen. Anschließend werden die Stirnenden des Hohlkörpers abgedichtet und das Werkstück mit einer Flüssigkeit gefüllt, wobei dem Werkstück ein sich steigender Druck zugeführt wird. Unter dem Druck der Flüssigkeit bei gleichzeitigem Nachschieben der Stirnenden des Werkstücks gelangt das Werkstück in einen plastischen Zustand. Die Wandabschnitte des Werkstücks beginnen sich dann zu verformen und nehmen dabei die durch das Pressenwerkzeug vorgegebene Form an, indem sich das Werkstück an die Innenflächen des Pressenwerkzeugs anlegt.

Wenn sich der Druck innerhalb des Werkstücks aufbaut, wird dessen gesamte Oberfläche der Umformung unterworfen. Die allgemeine plastische Umformung bewirkt, daß das Werkzeug praktisch an der Innenwandung des Werkzeugs haftet. Die Außenflächen des Werkstücks entwickeln dann bei der Berührung mit den Umformflächen des Werkzeugs eine starke Reibung. Diese hat zum einen einen beschleunigten Werkzeugverschleiß zur Folge. Zum anderen muß die Nachschiebekraft entsprechend vergrößert werden, die Grenze bilden dabei die mechanischen Werkstoffkennwerte. Desweiteren wird es dadurch schwieriger, den erforderlichen Flüssigkeitsdruck im Hohlraum des Werkstücks richtig einzustellen. Zu hoher Flüssigkeitsdruck kann jedoch zu Verdünnungen oder zur Bildung von Rissen in der Wand, unzureichender Druck hingegen oft zur Faltenbildung führen.

Problemen dieser Art ist man bislang dadurch begegnet, daß Schmierstoffe vor dem Umformen auf die Oberflächen von Werkstück bzw. Werkzeug aufgetragen wurden. Hierbei kommen Schmierstoffe zum Einsatz, die widerstandsfähig gegen hohe spezifische Drücke sind. Dieses Vorgehen stößt jedoch an seine Grenze bei großen Umformvorgängen bzw. bei der Umformung von langen Bauteilen mit größeren Nachschiebevorgängen. Die große Oberflächenreibung zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug führt dann zu hohen Nachschiebekräften. Hierdurch können die zulässigen Werkstoffbelastungen überschritten werden. Dies kann zu unerwünschtem Ausschuß führen. Die

vorteilhafte Technik der Innenhochdruckumformung stößt damit an eine Verfahrensgrenze.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Anwendungsbereich der hydraulischen Umformung mittels Innenhochdruck zu erweitern und insgesamt effizienter zu gestalten, wobei insbesondere die Umformung von längeren Werkstücken vereinfacht wird. Gegenstand der Erfindung ist weiterhin eine Vorrichtung zum hydraulischen Umformen, bei der die Reibungsverhältnisse zwischen dem Werkstück und dem Werkzeug bei der Umformung verbessert sind.

Erfindungsgemäß wird der verfahrensmäßige Teil dieser Aufgabe nach Anspruch 1 dadurch gelöst, daß ein Schmiermittel während des Umformvorgangs mit einem einstellbaren Druck mindestens bereichsweise zwischen Werkstück und Werkzeug eingebracht und entlang der Kontaktflächen von Werkstück und Werkzeug verteilt wird.

Dieser definierte Schmierdruck kann insbesondere in den Bereichen der größten Umformung vorgegeben werden. Zweckmäßigerweise wird das Schmiermittel über die gesamte Werkzeug- bzw. Werkstückoberfläche verteilt, so daß die Kontaktflächen mit einem gleichmäßigen Schmierfilm versehen sind. Hierdurch werden die erforderlichen Kräfte für die Nachschiebevorgänge verringert. Gleichsam werden auch die Kräfte für Umlenkungen des Werkstücks im Werkzeug reduziert.

Ein weiterer Vorteil ist, daß die Lebensdauer des Werkzeugs verlängert wird.

Die Erfindung ermöglicht eine wesentlich einfachere Einstellung und Steuerung der technologischen Kenngrößen im Verlauf des Umformens. So wird in der Wand des umzuformenden Werkstücks durch die Kraftwirkung des Werkzeugs und des Flüssigkeitsdrucks ein solcher Spannungszustand erreicht, der garantiert, daß ein Umformen ohne ein Bersten erfolgt, und darüberhinaus das Entstehen von Falten und Überlappungen vermieden wird. Damit ist eine hohe Qualität der fertigen Umformstücke bei verringertem Energieverbrauch gewährleistet.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 2 ist der Schmiermitteldruck in Abhängigkeit vom Umformdruck steuerbar.

Bei der Verformung wird der Flüssigkeitsdruck im Werkstück so gesteuert, daß das Werkstück in seiner ganzen Länge am Hohlraum des Pressenwerkzeugs anliegt. Zusammen mit den an den Stirnenden des Werkstücks wirkenden Axialkräften wird das Fließen des Werkstoffs in die Kontur des Pressenwerkzeugs bewirkt. Gleichzeitig muß der Innendruck das Entstehen von Falten beim axialen Nachschieben vermeiden. Im Verlauf des Umformens wird daher die Druckgröße in Abhängigkeit vom Nachschubweg der Stirnenden reguliert. Hieran gekoppelt wird in Abhängigkeit vom Umformdruck an vorgegebenen Stellen ein definierter Schmierdruck statisch aufgebaut und das Schmiermittel entlang der Kontaktflächen von Werkstück und Werkzeug verteilt. Die logische Verknüpfung von Umformdruck und Schmierdruck bewirkt, daß in

jedem Umformstadium die jeweils günstigsten aufeinander abgestimmten Verfahrensparameter vorliegen.

Da eine aktive Steuerung des Schmiermitteldrucks nicht grundsätzlich nötig ist, sieht eine weitere vorteilhafte Ausführungsform gemäß Anspruch 3 vor, das Schmiermittel mit einem konstanten Druck vorzugeben. Dies vereinfacht den steuerungsmäßigen Aufbau einer Anlage, wobei die erfindungsgemäßen und vorstehend beschriebenen Vorteile ebenfalls realisiert werden.

Der gegenständliche Teil der Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 4 gelöst. Danach ist in der Umformfläche des Pressenwerkzeugs wenigstens eine Schmiertasche vorgesehen, über die ein statischer Schmierdruck zwischen dem zu verformenden Hohlkörper und der Umformfläche aufbaubar ist.

Grundsätzlich kann bereits eine Schmiertasche für die Schmierdruckvorgabe ausreichen. In Abhängigkeit von der Größe und Form des zu verformenden Hohlkörpers sind jedoch vorteilhaft mehrere Schmieraschen in der Umformfläche verteilt angeordnet. Die Schmieraschen sind in ihren Abmessungen und ihrer Form so ausgebildet, daß die gewünschte Kontur des verformten Werkstücks nicht beeinträchtigt wird.

Auch wenn unterschiedliche Konfigurationen der Schmieraschen denkbar sind, wird eine besonders vorteilhafte Ausbildung darin gesehen, die Schmieraschen als an die Gesenkkontur angepaßte umlaufende Nut auszubilden. Das Schmiermittel kann so gleichmäßig entlang der Umformfläche des Pressenwerkzeugs verteilt werden. Für die Schmiermittelversorgung genügt jeweils eine Zuleitung zur Schmiertasche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung gewährleistet optimierte Reibungsverhältnisse zwischen Werkstück und Werkzeug bei der Verformung. Damit wird nicht nur die Umformung von längeren Werkstücken ermöglicht, bei denen größeren Nachschiebevorgänge erforderlich sind, sondern auch das Umformen von Werkstücken aus Werkstoffen mit niedrigerer Verformbarkeit. Dementsprechend können auch Hohlkörper aus legierten Stählen erfolgreich verformt werden, die ansonsten nicht oder nur bedingt für eine hydraulische Umformung geeignet sind. Weiterhin zeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung durch eine höhere Lebensdauer des Pressenwerkzeugs aus.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Die Figur 1 zeigt technisch schematisiert und nicht maßstäblich das Unterteil 1 eines ansonsten nicht näher dargestellten Pressenwerkzeugs 2 in der Draufsicht.

Das Unterteil 1 verfügt über eine an die Kontur des zu formenden Werkstücks angepaßte Ausnehmung 3. Diese bildet zusammen mit einer hierauf abgestimmten Ausnehmung im nicht dargestellten Oberteil des Pressenwerkzeugs 2 eine Matrize für das herzustellende Werkstück. Die Matrize hat die Form des fertigen Werkstücks.

Weiterhin erkennt man, daß in der Umformfläche 4

der Ausnehmung 3 Schmieraschen 5 vorgesehen sind. Diese sind hier zur besseren Verdeutlichung vergrößert dargestellt.

Die Schmieraschen 5 sind als an die Kontur der Umformfläche 4 angepaßte Nuten 6 ausgebildet. Im Oberteil des Pressenwerkzeugs 2 sind korrespondierende Nuten vorgesehen, so daß umlaufende Schmieraschen entstehen. Über im Unterteil 1 integrierte Kanäle 7 werden die Schmieraschen 5 mit Schmiermittel versorgt.

In gestrichelter Linienführung ist in der Figur 1 ein vorgeformter rohrförmiger Hohlkörper 8 angedeutet. Nachdem dieser in das Unterteil 1 eingelegt worden ist, wird das Pressenwerkzeug 2 geschlossen. In der nächsten Phase wird der Hohlkörper 8 bei abgedichteten Stirnenden 9 mit einer Flüssigkeit gefüllt und mit einem steigenden Druck beaufschlagt. Durch gesteuerten Flüssigkeitsdruck innerhalb des Hohlkörpers 8 bei gleichzeitigem axialen Nachschieben der Stirnenden 9 erreicht der Werkstoff des Hohlkörpers 8 einen plastischen Zustand. Seine Wandung legt sich an die Umformflächen der Matrize an, wodurch das gewünschte Formstück entsteht. In Abhängigkeit zur Umformung ergibt sich eine Längenkürzung des Hohlkörpers 8.

Der Nachschiebevorgang der Stirnenden 9 ist durch die Pfeile F charakterisiert. Grundsätzlich muß das Nachschieben nicht beidseitig erfolgen.

Während des Umformvorgangs wird ein definierter Schmierdruck vorgegeben, der in Abhängigkeit vom Umformdruck gesteuert wird. Der Schmierdruck kann aber auch konstant vorgegeben werden.

Der Schmierdruck wird an den durch die Schmieraschen 5 vorgegebenen Stellen statisch aufgebaut und entlang der Kontaktflächen 10, 11 im Spalt Sp zwischen dem zu verformenden Hohlkörper 8 und der Umformfläche 4 verteilt. Hierdurch werden die erforderlichen Kräfte für die Nachschiebe- und Umlenkvorgänge reduziert. Damit ist auch eine präzisere Abstimmung der sich gegenseitig beeinflussenden technologischen Kenngrößen bei der Umformung möglich. Einer Falten- oder Reißbildung wird so entgegengewirkt.

#### Bezugszeichenaufstellung

1	- Unterteil
2	- Pressenwerkzeug
3	- Ausnehmung
4	- Umformfläche
5	- Schmieraschen
6	- Nut
7	- Kanal
8	- Hohlkörper
9	- Stirnenden v. 7
10	- Kontaktfläche
11	- Kontaktfläche
F	- Pfeil
Sp	- Spalt

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Verminderung der Reibung zwischen der äußeren Oberfläche eines mittels hydraulischem Innenhochdruck umzuformenden Werkstücks (8) und der Umformfläche (4) eines Pressenwerkzeugs (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Schmiermittel während des Umformvorgangs mit einem einstellbaren Druck mindestens bereichsweise zwischen Werkstück (8) und Werkzeug (2) eingebracht und entlang der Kontaktflächen (10, 11) von Werkstück (8) und Werkzeug (2) verteilt wird. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck in Abhängigkeit vom Umformdruck steuerbar ist. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck konstant vorgebbbar ist. 20
4. Vorrichtung zum hydraulischen Umformen eines rohrförmigen Hohlkörpers (8) mit einem geteilten Pressenwerkzeug (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Umformfläche (4) des Pressenwerkzeugs (2) wenigstens eine Schmiertasche (5) vorgesehen ist, über die ein statischer Schmierdruck zwischen dem Hohlkörper (8) und der Umformfläche (4) aufbaubar ist. 25 30

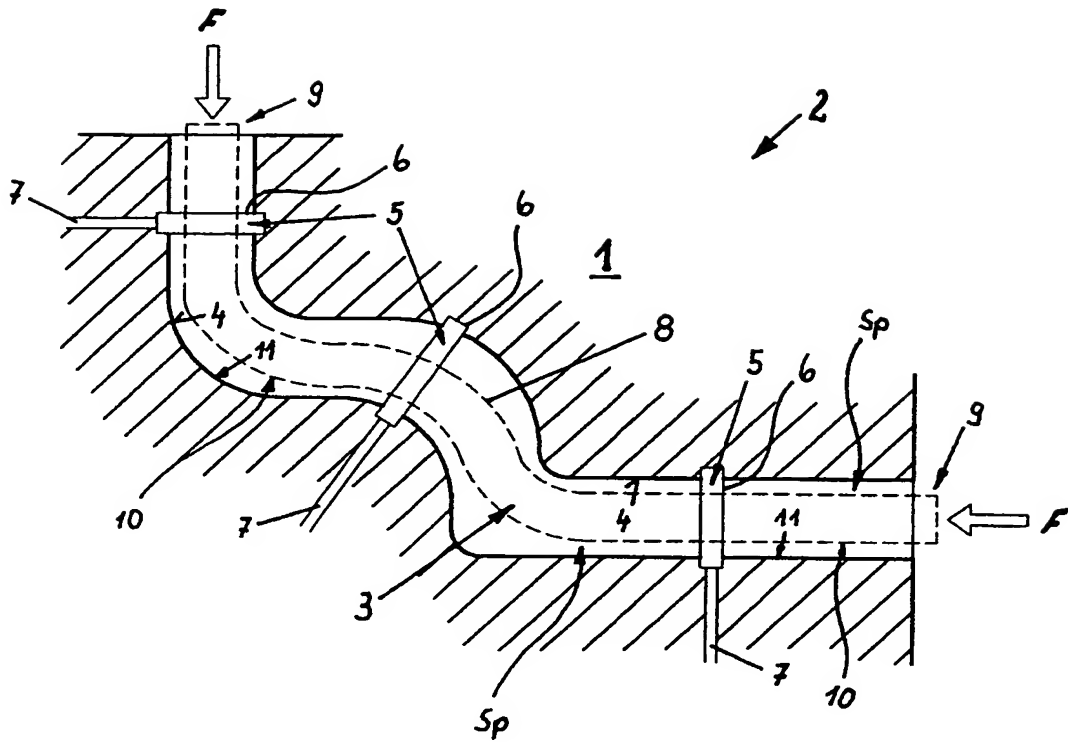
35

40

45

50

55



**Fig. 1**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 11 7680

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	DE-B-22 61 955 (SMG SÜDDEUTSCHE MASCHINENBAU-GESELLSCHAFT MBH) * das ganze Dokument *	1-4	B21D37/18 B21D26/02
Y	DE-A-24 18 599 (MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AG) * Seite 6, Zeile 8 - Seite 7, Zeile 27; Abbildungen 1-4 *	1-4	
A	EP-A-0 512 131 (ALUMINIUM COMPANY OF AMERICA) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-4	
A	DE-A-24 40 725 (BERG KG) * Seite 6, Zeile 10 - Zeile 19; Abbildung 1 *	1	
A	EP-A-0 562 609 (S+S ELECTRONIC GMBH & CO) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 2. April 1996	Prüfer Cuny, J-M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 150 01.82 (P4/C01)